

围栏对新疆巴音布鲁克山区草原植被下 土壤动物多样性的影响

蒋平安¹,方光新²,李 慧³,贾宏涛¹,谭金芳³

(1 新疆农业大学 资源环境学院,新疆 乌鲁木齐 830052;2 新疆畜牧厅项目办,新疆 乌鲁木齐 830000;

3 河南农业大学 资源环境学院,河南 郑州 450002)

[摘 要] 为了了解围栏这一人为手段对山区草地植被下土壤动物的影响,在草原围栏措施下,对新疆巴音布鲁克草原植被、地下根系、土壤理化性质进行了实地监测,比较了草原围栏内外土壤动物的类群组成、个体数量及生态分布。结果表明,围栏内土壤动物多样性指标高于围栏外,如类群数围栏内为19种,围栏外为8种;个体数围栏内为234个,围栏外为125个;Shannon-Wiener指数围栏内为0.653,围栏外为0.498;即围栏有利于草原植被下土壤动物多样性的保持和提高。

[关键词] 土壤动物;多样性;草原围栏;巴音布鲁克

[中图分类号] S812

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)08-0069-06

Impacts of fencing on soil animals diversity beneath mountainous lawn vegetation in Bayinbuluke

J IANG Ping-an¹,L I Hui²,J I A Hong-tao¹,DONG Zi-hong³

(1 College of Resources and Environment, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2 Project office of Xinjiang Animal Husbandry Department, Urumqi, Xinjiang 830000, China;

3 College of Resources and Environment, He 'nan Agricultural University, Zhengzhou, He 'nan 830052, China)

Abstract : In order to investigate how the fencing ,an artificial means ,affects the distributions of soil animals beneath mountainous lawn vegetation ,the plants ,the roots and the soil physicochemical properties are monitored and the group composition ,individual amount and ecological distributions of soil microorganism inside fences and outside fences in Bayinbuluke of Xinjiang are compared. The results show that the diversity of the soil animals inside fences is higher than that of outside fences. The group amount inside is 19 and the one outside is 8. The individual amount inside is 234 and the one outside is 125. The Shannon-Wiener index of soil animals inside is 0.653 and the one outside is 0.498. So the fences are useful to preserve the better soil animals diversity beneath mountainous lawn vegetation in Bayinbuluke.

Key words : soil animal ;diversity ;lawn fencing ;Bayinbuluke

新疆的巴音布鲁克大草原是仅次于内蒙古额尔多斯草原的全国第二大草原,也是巴州和新疆发展畜牧业生产的一个主要基地。但是随着该区畜牧业

的迅速发展,草地退化现象进一步加剧。近年来,退化草原生态系统的恢复治理已经引起了广泛的关注,许多学者^[1-4]进行了一些相关研究,但主要集中在

¹收稿日期] 2006-06-28

[基金项目] 新疆维吾尔自治区土壤学重点学科基金项目;全球环境基金项目“新疆天然草地生态系统植被恢复过程中碳循环与生物多样性变化研究”

[作者简介] 蒋平安(1965-),男,四川乐至县人,教授,博士,博士生导师,主要从事土壤生态与植物营养研究。

E-mail :jiang863863@sina.com

在植被和土壤方面,对土壤动物的研究相对较少。土壤动物是土壤生态系统以及整个草原生态系统的重要组成部分,在土壤有机质分解、养分循环、土壤结构改善和植物演替中具有重要作用^[5]。为此,本试验研究了构建草原围栏后,巴音布鲁克草地植被下土壤动物群落生态特征变化,以期为系统监测草原的退化状态及指导该地区草原草地生态系统的恢复与重建提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

研究选取新疆地区具有代表性的山区草地——巴音布鲁克大草原代表性群落的典型地段,该地段位于和静县境内,地理位置为 83°50'E,42°39'N,海拔高度为 2 420 m,植被类型属高山草甸,优势植被种类有早熟禾(*Poa annua* Linn.)等。围栏建造年限为 3 年。野外监测于 2005-08-20 进行。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置及取样 在代表性样地的围栏内、外 50 m 范围内随机成对选取样方。大样方面积为 10 m × 10 m,在大样方的对角和中心位置各选取 1 个 1 m × 1 m 的小样方。统计记录小样方内的植物种类及其群落生态特征。在接近地表处将样方内植物地上部分全部剪下称其总鲜重。植物鉴定工作在野外进行,每处草地的调查,均由当地草原站人员协助完成。当时不能鉴定的种类,带回新疆农业大学请相关专家鉴定。

在小样方内挖 60 cm 深的土壤剖面,按照 5 cm 的层间距离逐层剥割取样:用小土铲取出 10 cm × 10 cm × 5 cm 的完整土块,植物根样冲洗风干后称其质量;用 100 cm³ 环刀取土壤样品后称其湿质量,测定土壤含水率;用 10 cm³ 和 100 cm³ 环刀挑取土壤动物样品,放入布袋中带回实验室分离鉴定。围栏内、外两个土壤剖面上,取得土壤动物样品共计 24 个。

1.2.2 样品分析 (1) 植株养分的测定^[6]。植株样品用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,全磷含量用钒钼黄比色法测定;全钾含量用火焰光度法测定;全氮含量用凯氏定氮法测定。

(2) 土壤理化性质的测定^[6]。土壤全 N 含量用半微量凯氏定氮法测定,土壤有效 N 含量用扩散法测定,土壤有机质含量用重铬酸钾容量法-外加热法测定。

(3) 土壤动物的统计^[7]。取 50 cm × 50 cm × 5

cm 的土壤样品,在野外直接用手捡法收集大型土壤动物,并将收集的土壤动物浸于体积分数 75 % 的酒精中保存;对中小型土壤动物,则需将用 100 cm³ 和 10 cm³ 环刀所取的土壤动物样品放入布袋带回实验室,分别采用干漏斗法(Tullgren 法)^[8]和湿漏斗法(Baermann 法)^[8]进行收集,于装有体积分数 75 % 酒精的小型玻璃瓶和培养皿中保存,在倒置显微镜下分离鉴定。

1.2.3 多样性指数计算 生物多样性指数繁多,国内外均有大量的讨论和说明^[3,4,6,9]。本研究采用了 3 类常用的 α 多样性指数,即丰富度指数(Richness Index)、多样性指数(Diversity Index)和均匀度指数(Evenness Index),其测度公式如下:

丰富度指数。Margalef 指数:

$$R_1 = \frac{S-1}{\ln N}$$

优势度指数。Simpson 指数:

$$D = 1 - \sum \frac{N_i(N_i-1)}{N(N-1)}$$

Shannon-Wiener 指数:

$$H' = 1 - \sum P_i \ln P_i$$

均匀度指数。Pielou 均匀度指数:

$$E_1 = \frac{\ln N_i}{\ln N_0}$$

Alatalo 均匀度指数:

$$E_2 = \frac{N_2-1}{N_1-1}$$

式中, S 为物种数目; N 为所有物种个体总数; N_i 为样地中某层次第 i 个物种的重要值; N' 为该层次所有物种重要值之和; P_i = N_i/N, 为该层次第 i 个物种的相对重要值; N₀ 为样本中所有种的数量(不考虑其多度); N₁ 为样本中丰富种的数量; N₂ 为样本中非常丰富种的数量。

2 结果与分析

2.1 围栏对巴音布鲁克山区草原植物群落的影响

2.1.1 对植物群落生态特征的影响 通过野外实地监测可知, 1 m² 样方内出现的植物物种数目为: 围栏内 6 种, 围栏外 4 种。从表 1 可以看出, 围栏内的植物地上生物量、植物高度和植物频度明显高于围栏外, 而围栏内的植物盖度与围栏外差异较小。这是由于草原食草动物几乎不得进入围栏内, 采食强度低; 而在围栏外, 由于草食动物尤其是牲畜的过度采食, 导致围栏外的植物群落残余生物量较围栏内低。

表 1 围栏对植物群落生态特征的影响

处理 Treatment	地上生物量/g Aboveground biomass	高度/cm Heigh	盖度/% Coverage	频度/(株·m ⁻²) Frequency
围栏外 Outside fence	142.54	10.81	99.2	385
围栏内 Inside fence	969.50	24.65	82.7	1 732

由此可见,构建草原围栏后,围栏内的植物群落特征要明显优于围栏外,单从牲畜轮牧食物资源量的角度看,建立围栏对于当地畜牧业的发展无疑是有益的;围栏内的植物相对围栏外得以保护,在一定程度上保持了较高的高度,对土壤养分的保持与累积有一定的积极作用,同时也为土壤微生物和土壤动物的生存繁殖提供了较为优越的生境条件。

2.1.2 对植物群落多样性的影响 由表 2 可知,3 种 α 多样性指数从物种水平上揭示了围栏内、外山

区草地植物群落的显著差异。在巴音布鲁克草原的植物群落中,围栏外的群落丰富度指数(Margalef 指数)、群落优势度指数(Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数)均高于围栏内。这说明在围栏外的草原生态系统中,食草动物的采食使一些优势种的生物量或盖度下降,为其他物种提供了生存空间,从而提高了草原生态系统的生物多样性。这与 Huston^[10]、刘丙万等^[11]、李慧等^[12]的研究结果一致。

表 2 围栏对植物群落生物多样性指数的影响

处理 Treatment	Margalef 指数 Margalef index	Simpson 指数 Simpson index	Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index	Alatalo 指数 Alatalo index
围栏外 Outside fence	2.044 0	0.814 8	0.749 4	2.893 6
围栏内 Inside fence	1.288 3	0.696 5	0.546 7	4.682 8

由表 2 还可知,围栏外植物群落的 Alatalo 均匀度指数低于围栏内。这是由于围栏内的采食率低,植物群落中主要物种相对单一,并且同一物种差异不显著。因此,其物种成分的重要值差距很小,非常丰富种数目与丰富种数目的比值较高,使围栏内群落的均匀度指数高于围栏外。李慧等^[12]、袁建立等^[13]的研究结果也证明了这一点。

2.2 围栏对巴音布鲁克山区草原植物地下根系的影响

从图 1 可以看出,在草原生态系统中,围栏内、外植物地下根系的垂直分布具有明显的规律性,即植物根系重量总体上随土层深度的增加而迅速减少,并且一般集中分布在 0~10 cm 土层,这与植物根系本身的生态习性有关。

从图 1 还可知,构建草原围栏后,在土壤剖面的垂直分布上,围栏内的植被地下根系总量高于围栏外。这是由于草原围栏建立以后,围栏内较高的土壤含水率为植物生长提供了较为良好的生境条件,也为植物地下根系提供了较大的生长空间。

2.3 围栏对巴音布鲁克山区草原土壤理化性质的影响

从图 2 可以看出,围栏内的土壤含水率高于围栏外。这是由于建造围栏后,食草动物一般都被阻挡在栏外,围栏内的啃食率降低,围栏内植被的地上

生物量、覆盖度等生态特征优于围栏外,相应的围栏内土壤的保水和保肥能力也优于围栏外。此外,围栏内的土壤有机质、土壤全氮、土壤碱解氮含量也均高于围栏外。在土壤剖面上,围栏内、外的土壤含水率及土壤有机质、土壤全氮、土壤碱解氮的含量随土壤深度增加而逐渐降低。

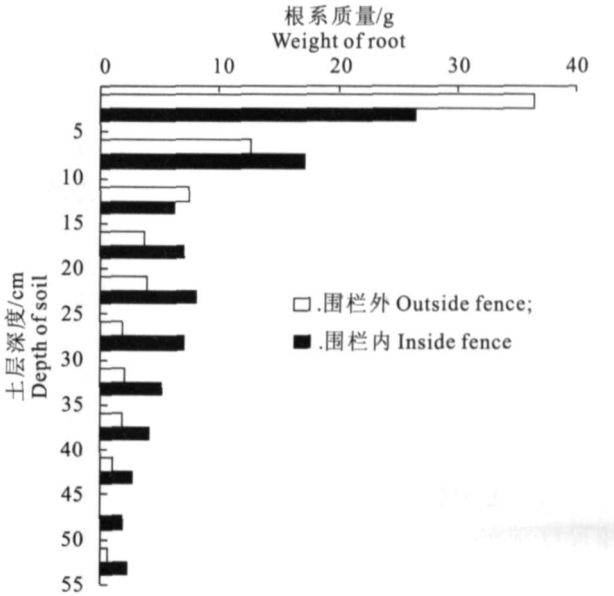


图 1 围栏对植物根系质量的影响

Fig. 1 Impacts of fencing on the weight of plant roots

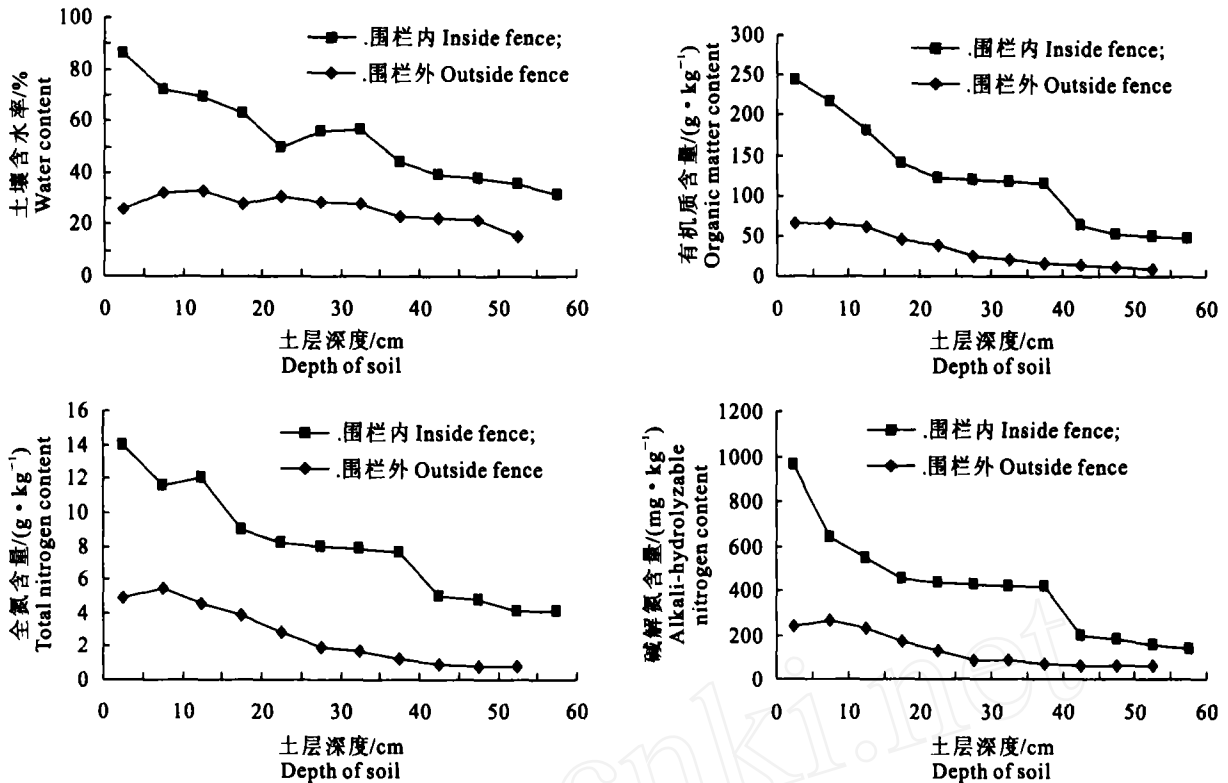


图 2 围栏对土壤理化性质的影响

Fig. 2 Impacts of fencing on the soil physicochemical properties

以上结果可能是由于构建草原围栏后,围栏内植被覆盖度增加,总体上使进入土壤的植被凋落物归还量也相应增加,同时也提高了土壤水分含量,降低了土壤温度。土壤生态条件的改善促进了土壤有机质的形成,减少了有机质的分解,最终使围栏内土壤理化性质明显优于围栏外。

2.4 围栏对巴音布鲁克山区草原土壤动物的影响

2.4.1 围栏对土壤动物种类与数量的影响 调查发现,在该样地内共捕获土壤动物 359 只,分别隶属于 4 门 6 纲 16 目 20 类。由表 3 可知,围栏内、外的优势种群均为线虫纲(Nematoda);常见类群由于生境不同而又有所不同,其中围栏内为 7 种,围栏外为 6 种;同时,稀有类群也不同,其中围栏内为 11 种,围栏外为 1 种。

在整个草原生态系统内部,围栏内、外共有类群分别为:优势类群为线虫纲(Nematoda);常见类群为近孔寡毛纲(Oligochaeta)、蜱螨目(Acarina)、鞘翅目(Coleoptera)、双鞘翅目(Diptera)和膜翅目(Hymenoptera);稀有类群为直翅目(Orthoptera)。

围栏内、外虽为同一草原生态系统,但是由于植被、土壤、气候等生境条件不同,土壤动物的种类和数量存在一定差别。从表 4 可以看出,围栏内样地 0~60 cm 土层采集到的土壤动物物种总数和个体

总数明显高于围栏外。这是由于围栏内的生境条件相对优越所致。

随着土层深度的增加,土壤动物的物种数和个体数均逐渐减少,且 0~10 cm 土层的土壤动物数量占绝对优势,这是由于草原生态系统中,植物群落地下根系主要集中在 0~10 cm 的草根盘结层,为土壤动物提供了良好的生境条件,从而使土壤动物的垂直分布表现出明显的表聚性。

2.4.2 围栏对土壤动物多样性的影响 从表 5 可见,围栏内的 Shannon-Wiener 指数高于围栏外,这是由于围栏内地表植被的改善有利于多种土壤动物的生存和繁殖;Pielou 指数以围栏内低于围栏外,这是由于围栏内土壤含水率高于围栏外,使该样地大型土壤动物个体的表聚性增强,从而降低了围栏内土壤动物的均匀度;围栏内的 Simpson 指数低于围栏外,同样是由于地表植被的影响,围栏内出现的土壤动物物种较多,个别种类的优势度相对较低。

2.4.3 围栏内外土壤动物与土壤理化性质的相关性 从表 6 可以看出,土壤动物的物种数和个体数在土壤剖面上的垂直分布与土壤含水率及土壤有机质、全氮和碱解氮含量均呈正相关,并且在围栏内均达到了极显著相关($P < 0.01$);与土壤 pH 却呈负相关关系。综合来看,土壤动物的物种数和个体数在

土壤剖面上的分布受多种土壤理化性质的影响,其中影响较大的是土壤养分的分布。

表 3 围栏对土壤动物群落种类和数量特征的影响

Table 3 Impacts of fencing on the categories and numbers of soil animals

土壤动物物种 Soil animal group	围栏外 Outside fence		围栏内 Inside fence	
	个体数 Amount	多度 Abundance	个体数 Amount	多度 Abundance
线虫纲 Nematoda	86	+++	154	+++
后孔寡毛目 Oligochaeta opisthopora			2	+
近孔寡毛目 Oligochaeta plesiopora	10	++	15	++
中腹足目 Mesogastropoda	10	++		
柄眼目 Stylommatophora			2	+
唇足纲 Chilopoda			1	+
倍足纲 Diplopoda			1	+
蜘蛛目 Araneae			2	+
蜱螨目 Acarina	10	++	15	++
弹尾目 Collembola			1	+
直翅目 Orthoptera	1	+	2	+
直翅目若虫 Orthoptera nymphae			2	+
鞘翅目 Coleoptera	2	++	13	++
鞘翅目幼虫 Coleoptera larva			2	+
双翅目 Diptera	3	++	6	++
双翅目幼虫 Diptera larva			3	++
鳞翅目 Lepidoptera			1	+
鳞翅目幼虫 Lepidoptera larva			1	+
膜翅目 Hymenoptera	3	++	7	++
革翅目 Demaptera			4	++
总计 Total(group/ number)	8 / 125		19 / 234	

注:“+++”为优势类群,个体数占总捕获量的 10%以上;“++”为常见类群,个体数占总捕获量的 1%~10%;“+”为稀有类群,个体数在总捕获量的 1%以下。
Note:“+++”means dominant group ,and individual number is more than 10 % of total individuals;“++”means frequent group ,and individual number is between 10 % and 1 % of total individuals;“+”means rare group ,and individual number is less than 1 % of total individuals.

表 4 围栏对不同深度土层土壤动物分布的影响

Table 4 Impacts of fencing on the distribution of soil animals in the different depth of soil

土层深度/ cm Depth of soil	物种数 Group amount		个体数 Individual amount	
	围栏外 Outside fence	围栏内 Inside fence	围栏外 Outside fence	围栏内 Inside fence
0~5	4	10	45	115
5~10	2	5	37	60
10~20	1	3	30	34
20~60	1	1	13	25

表 5 围栏对土壤动物生物多样性指数的影响

Table 4 Impacts of fencing on the biodiversity index of soil animal

处理 Treatment	物种数 S	个体种数 N	Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index	Pielou 指数 Pielou index	Simpson 指数 Simpson index
围栏外 Outside fence	8	125	0.498	0.552	0.494
围栏内 Inside fence	19	234	0.653	0.511	0.446

表 6 围栏内外土壤动物与土壤理化性质的相关性

Table 6 Correlative coefficient of soil animal and soil physicochemical properties outside and inside fences

处理 Treatment	土壤含水率 Soil water content	有机质含量 Organic matter	全氮含量 Total nitrogen	碱解氮含量 Alkali-hydrolyzable nitrogen	pH
围栏外 Outside fence	0.300 7	0.844 7 **	0.832 0 **	0.846 2 **	- 0.712 8 *
围栏内 Inside fence	0.825 8 **	0.846 6 **	0.791 1 **	0.881 0 **	- 0.567 3

注:“-”表示负相关关系;“**”示在 0.01 水平上极显著相关;“*”示在 0.05 水平上显著相关;
Note:“-”means negative correlation;“**”means strongly significant correlation at the level of $P<0.01$;“*”means significant correlation at the level of $P<0.05$.

3 结 论

1) 构建草原围栏后,围栏内的植物群落优势度 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数及 Alatalo 均匀度指数均低于围栏外;但围栏内的植物群落其他生态特征,如地上生物量、植物高度、植物覆盖度、植物频度均较围栏外高,因此,建立围栏对于当地畜牧业的发展无疑是有益的。

2) 构建草原围栏后,围栏内植被群落生态特征要优于围栏外,也就相应提高了围栏内土壤的保水和保肥能力,使土壤含水率、土壤有机质、土壤全氮和土壤碱解氮含量等土壤理化性质得到一定程度的改善,为植物地下根系的生长提供了更大的空间,同时也为土壤动物提供了较为良好的生境条件。

3) 构建草原围栏后,围栏内的土壤动物物种数、个体数以及多样性均高于围栏外;土壤动物垂直分布与土壤理化性质有明显相关性;线虫纲(Nemato-da)是该种草地类型的优势种群;围栏内、外在存在一定数量共同类群的同时,还具有明显的空间异质特性;土壤表层动物数量明显高于下层,有明显的表聚性,并且在土壤剖面上的分布随深度的增加而逐渐减少。

[参考文献]

- [1] Kaiser J. Rift over biodiversity divides ecologists[J]. Science, 2000, 289:1282-1283.
- [2] 陈灵芝. 生物多样性保护现状及其对策[M]// 钱迎倩, 马克平主编. 生物多样性研究的理论与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994:13-35.
- [3] 张全国, 张大勇. 生物多样性与生态系统功能: 进展与争论[J]. 生物多样性, 2002, 10(1): 49-60.
- [4] 张文辉, 康永祥, 李 红, 等. 西北地区生物多样性特点及其研究思路[J]. 生物多样性, 2000, 8(4): 422-428.
- [5] 尹文英. 土壤动物研究的回顾与展望[J]. 生物学通报, 2001, 36(8): 1-3.
- [6] 董 鸣, 王义凤, 孔繁志, 等. 中国生态系统研究网络观测与分析标准方法 - 陆地生物群落调查观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 1996:15-23.
- [7] 青木淳一. 土壤动物学[M]. 东京: 北隆馆, 1973:612-613.
- [8] 《土壤动物研究方法手册》编写组. 土壤动物研究方法手册[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998:2-3.
- [9] 方精云, 沈泽昊, 唐志尧, 等. “中国山地植物物种多样性调查计划”及若干技术规范[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 5-9.
- [10] Huston M A. Patterns of species diversity on coral reefs[J]. Annual Review of Ecological Systematics, 1985, 16:149-177.
- [11] 刘丙万, 蒋志刚. 青海湖草原围栏对植物群落的影响兼论濒危动物普氏原羚的保护[J]. 生物多样性, 2002, 10(3): 326-331.
- [12] 李 慧, 蒋平安, 程路明. 围栏对新疆山区草地植物群落多样性的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2005, 12(3): 40-43.
- [13] 袁建立, 江小蕾, 黄文冰, 等. 放牧季节及放牧强度对高寒草地植物多样性的影响[J]. 草业学报, 2004, (6): 16-21.

(上接第 68 页)

- [3] Washburn K W. Genetic variation in the chemical composition of the egg[J]. Poultry Science, 1979, 58:529-535.
- [4] Heinz P. Quality of eggs and egg products[J]. Poultry International, 1998, 2:14-24.
- [5] Campo J L. Comparative yolk cholesterol content in four Spanish breeds of hens, an F2 cross, and a White Leghorn population[J]. Poultry Science, 1995, 74:1061-1066.
- [6] Ahn D U, Kim S M, Shu H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs[J]. Poultry Science, 1997, 76:914-919.
- [7] Rossi M, Pompei C. Change in some egg components and analytical values due to hen age[J]. Poultry Science, 1995, 74:152-160.
- [8] Hunton P. Symposium focuses on enriched and safe eggs[J]. World Poultry, 2002, 18:17-18.
- [9] Deketelaere B, Govaerts T, Coucke P, et al. Measuring the egg-shell strength of 6 different genetic strains of laying hens: techniques and comparisons[J]. British Poultry Science, 2002, 43: 238-244.
- [10] Hartmann C, Johansson K, Strandberg E, et al. Genetic correlations between the maternal genetic effect on chick weight and the direct genetic effects on egg composition traits in a white leghorn line[J]. Poultry Science, 2003, 82:1-8.
- [11] Ogawa H, Ueno K, Kuwayama T, et al. Change in thickness and weight of shell portion of egg and in weight and size of whole egg during the stay in the uterine part of the Oviduct[J]. Journal of Poultry Science, 2002, 39:8-13.
- [12] Hartmann C, Strandberg E, Rydhmer L, et al. Genetic relations of yolk proportion and chick weight with production trait in a white leghorn line[J]. British Poultry Science, 2003, 44(2): 186-191.
- [13] Suk Y O, Park C. Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks[J]. Poultry Science, 2001, 80:855-858.